



TITLE:

非晶質固体の構造と性質(第22回物性若手「夏の学校」開催後期・報告)

AUTHOR(S):

二宮, 敏行; 十河, 清

CITATION:

二宮, 敏行 ...[et al]. 非晶質固体の構造と性質(第22回物性若手「夏の学校」開催後期・報告). 物性研究 1977, 29(3): 145-147

ISSUE DATE:

1977-12-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89442>

RIGHT:

I) Gaussian 近似

これは § 3 の 3) の model において replica をつけた分子場近似と一致する。

II) 金吉の近似

これは ferro-antiferro 混晶を頭においている。

どちらの近似においても類似の相図をうる。ferro, para のほかに新しい相の存在することが示された (spin glass 相) 。

§ 5 スピン波

スピン波の生成に対する強磁性基底状態の安定性を議論した金吉の理論によれば次の三つの場合が考えられる。

I) 非晶質の状態は結晶状態にくらべてスピン波のエネルギーが小さく、したがって T_c も小さい。

II) 非晶質では強磁性になりえない。

III) 結晶状態では強磁性を示さぬが、非晶質では強磁性となる。

これらは 2 体相関関数 $g(r)$ と交換積分 $J(r)$ のかねあいによるものである。どちらも非晶質の構造に敏感に依存し、理論の現状では正確な評価はむずかしい問題である。

(岡田芳夫)

非晶質固体の構造と性質

講師 東大理 二 宮 敏 行

非晶質固体というのは、原子配列に関して短距離秩序はあるが、長距離秩序のない結晶である、と一応定義できる。特に近年では、非晶質半導体が工学的応用の面から話題をあつめている。物質はいろいろであっても、その物性は共通するものが多く、統一的観点、モデルによって扱うことが望ましい。講義では、非晶質系における種々のトピックスとその理論の概要の丁寧な解説に加えて、液体-非晶質を「転位モデル」によって統一的に扱おうという試みの一つとして、講師自身による最近の「融解の理論」の紹介

非晶質固体の構造と性質

があった。講義は二日間にわたり、三十余名の熱心な参加をみた。

§ 構造

非晶質系の構造は、X線電子線回折等によって直接調べられているが、同じ型の物質は同じような回折パターンを示すというような「乱れ方の規則性」とでも呼ぶべきものがある。そうした事情を説明するモデルとして、1) 微結晶モデル、2) Dense Random Packing Model, Random Network Model, 3) 転位モデル、が提案され、回折データとの比較がなされている。前二者の難点として、結晶間の interference, 原子間の connectivity の無視が挙げられた。

§ 熱的性質

非晶質系の示す熱的性質の特徴的なものとして、低温における 1) 比熱の異常 ($C_v \propto T$) 2) 熱伝導の異常 ($\kappa \propto T^2$) 3) 超音波吸収の飽和 が挙げられる。これらは全て、二準位系の存在と、その低エネルギーでの状態密度の一定とを仮定すれば理解される。が、二準位の本体が何であるか、組成によらぬことの理由等については、未だよくわかっていない。

§ 電氣的性質

不規則系の示す電氣的性質は、不純物伝導の問題として、連続な状態密度とモビリティ・エッジの存在という概念に基づいて「Mott-CFO モデル」が提案されてきた。が、非晶質 Ge などにみられる現象の説明のため、さらにフェルミ面近傍に状態密度の山を考える「Mott-Davis モデル」が提案され、それに基づいて直流伝導度の温度依存性 ($\ln \sigma \propto T^{1/4}$ variable range hopping) 及び交流伝導度の周波数依存性 ($\sigma \propto \omega^{0.8}$) が理解された。しかるにカルコゲナイド半導体は事情がもう少し複雑で、伝導が励起型、ESR がない、キャリアがホール効果で n 型、熱電効果で p 型を与えるなどの性質をもっている。これらの特徴は、Adler-Yoffa によって、負の電子相関を考えるとという Anderson のアイデアを用いて、うまく説明されている。

§ 融解の理論

固相-液相転移の理論としては、1) shear mode のソフト化-難点は二次転移になること、融点が高くでること 2) lattice gas モデル 3) hard sphere 系の統計力学 (Alder) 4) 転位モデル がある。転位モデルによる融解の理論は、転位の濃度を “disorder parameter” として、自由エネルギーを、転位の導入による種々の寄与 - 体

積膨脹，非調和性，格子振動，転位の振動，エントロピー等 — を estimate して計算するのである。検証は，液体についての数値計算から得た転位濃度などの値を，上記結果に使用して，融解のエントロピー変化，体積膨脹率などを計算することによってなされる。実験との一致は非常に良い。

また，原子間ポテンシャルの知れた場合には，「転位モデル」による計算と，コンピューター・シミュレーションの結果との比較がなされている。

(十河 清)

The Renormalization Group and Its Application to Critical Phenomena

Cornell Univ. Michael E. Fisher

講義は Stanley の教科書程度の知識を前提として次の項目にわたって行なわれた。

- (i) Critical Exponents and Scaling
- (ii) Model
- (iii) Basic Idea of Renormalization Group
- (iv) General R. G. Theory
- (v) Practical Calculation to $O(\epsilon)$

すなわち繰り込み群の臨界現象への応用について，基礎的な事がらが解説された。

まず臨界現象で異常性を特徴づける臨界指数の定義と，基本的な概念である scaling の導入がなされる。例えば自由エネルギーは次のようにスケールされる。

$$f(t, h, h_1, \dots) \approx t^{2-\alpha} Y(h/t^{\Delta_1}, h_1/t^{\Delta_1}, \dots)$$

ここで $t = |T - T_c|/T_c$ ， h, h_1, \dots は場で， α は比熱の臨界指数である。

質問：場が一つの時，臨界指数はいくつ必要か？

答：場に関する gap exponents Δ_i と相関距離の exponent ν があるが，hyper-scaling $d\nu = 2 - \alpha$ を仮定すると独立な exponents は一つ減る。

次に任意の空間次元 d ， n 成分の変数に対する連続体モデルを導入する。 $n = -2$ がガウス模型， $n = 1$ が Ising 模型， $n = 2$ は XY 模型， $n = 3$ は古典的ハイゼンベルグ